

УДК 614.84
МРНТИ 81.92.29

К. К. Оспанов¹, С. К. Байжанова¹, Т. К. Акжанов¹, В. В. Голев¹, Е. П. Булегенов²

¹*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

²*Национальный университет обороны Республики Казахстан, Астана, Казахстан*

АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СЦЕНАРИЕВ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА УСТАНОВКИ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье рассмотрен анализ риска возникновения аварий на технологической установке гидроочистки дизельного топлива комплекса первичной переработки нефти ЛК-6У. Проведено моделирование аварийных сценариев с использованием схемы «галстук-бабочка», объединяющей деревья отказов и событий. Выполнены расчеты опасных факторов пожара и потенциального пожарного риска, а также оценено влияние систем противоаварийной и противопожарной защиты на уровень безопасности объекта.

Ключевые слова: риск, авария, пожарная безопасность, противоаварийная защита, гидроочистка дизельного топлива.

Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, исходя из свойств перерабатываемых и производимых продуктов, а также особенностей технологических процессов, относятся к объектам повышенной опасности. На подобных объектах ежегодно происходят аварии, которые приводят к человеческим жертвам, значительным материальным потерям и наносят ущерб окружающей среде.

Согласно статистическим данным [1], ущерб от аварий в нефтегазовой промышленности в только 2018–2019 годах составил около 4,5 миллиарда долларов США, что эквивалентно примерно одной десятой всех убытков, понесенных отраслью за последние 50 лет. При этом на долю нефтеперерабатывающих заводов приходится около 50 % новых потерь, тогда как на предприятия нефтехимической промышленности – около 25 % [2].

Одним из эффективных способов предупреждения аварий на опасных производственных объектах (ОПО) является анализ риска, направленный на выявление потенциальных угроз и разработку мер по их снижению. Согласно методике [3], приоритетными являются количественные методы, позволяющие оценить отдельные риски и общий уровень опасности объекта на различных этапах его жизненного цикла.

Для определения вероятностей инициирующих и аварийных событий применяются методы анализа деревьев отказов и деревьев событий [3]. В настоящей работе моделирование и расчет аварийных рисков выполнены с использованием программного комплекса АРБИТР [4] на примере технологической установки гидроочистки дизельного топлива (ТУ ГДТ) комплекса первичной переработки нефти (КППН) ЛК-6У.

Гидроочистка дизельного топлива (гидрообессеривание) представляет собой процесс удаления серы из дизельной фракции на поверхности катализатора в среде водородсодержащего газа [5]. Процесс осуществляется в секции С-300/1 комплекса первичной переработки нефти (КППН) ЛК-6У.

Наиболее опасным элементом технологической установки гидроочистки дизельного топлива (ТУ ГДТ) является реакторный блок Р-301/1, содержащий до 15 т горючей технологической среды и работающий при температуре 330–420 °С и давлении 3–6,4 МПа. Превышение критических параметров может привести к разгерметизации реактора, выбросу технологической среды, пожару, взрыву и загрязнению окружающей среды.

Основными источниками зажигания на установке гидроочистки дизельного топлива являются открытое пламя технологических печей, нагретые поверхности и электрооборудование. Пожаровзрывобезопасность обеспечивается системами контроля, противоаварийной защиты, пожарной сигнализации и пожаротушения, газоанализа, вентиляции и защитного заземления, предназначенными для предупреждения аварий и снижения тяжести их последствий.

Для комплексного анализа причин и последствий аварии построена схема функциональной целостности (СФЦ) типа «галстук-бабочка» с логическими вершинами «И» и «ИЛИ», представленная на рисунке 1. В левой части схемы расположено «дерево отказов», отражающее причины возникновения аварии. В центре находится головное событие – «Разгерметизация реактора Р-301/1 с выбросом технологической среды (ТС)», условная вероятность которого принята равной 1. В правой части расположено «дерево событий», отражающее возможные сценарии развития и последствия аварии.

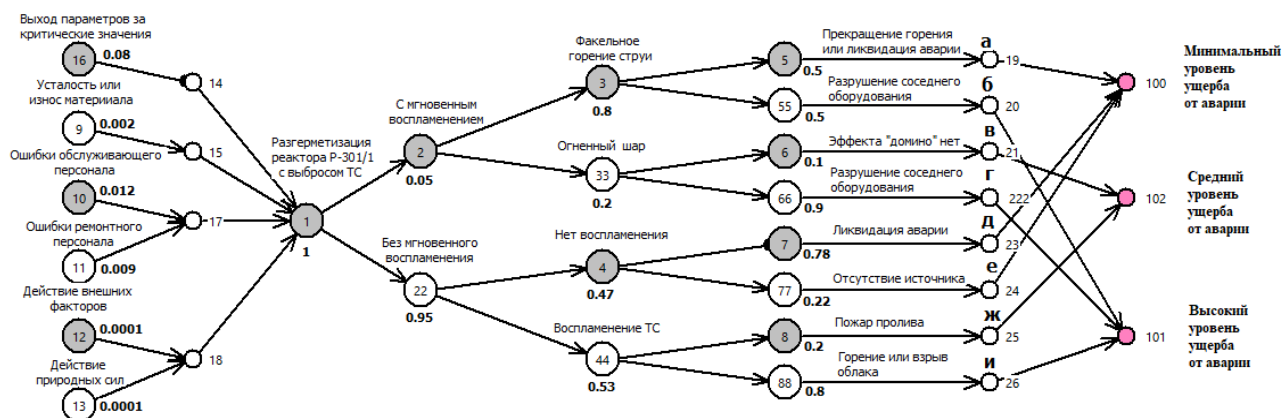


Рисунок 1 – СФЦ «галстук-бабочка» аварии Р-301/1 с выбросом ТС

На рисунке 1 вершины 100, 101 и 102 соответствуют сценариям с минимальным, средним и максимальным ущербом. Диаграмма отрицательных вкладов (рисунок 2) показывает, что наибольшее влияние на реализацию наиболее тяжелого сценария (вершина 101) оказывает выход технологических параметров за критические значения (вершина 16).

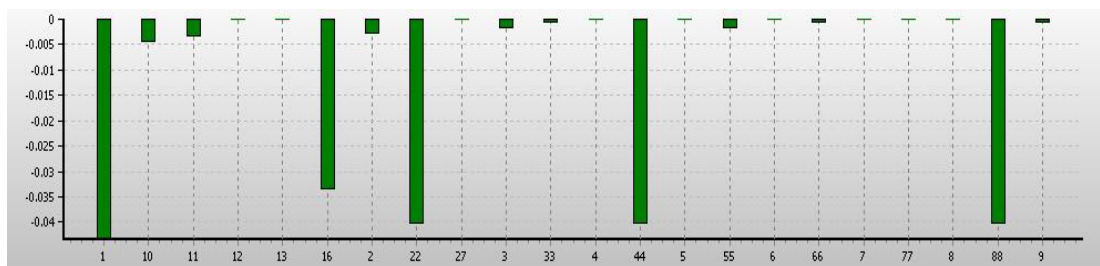


Рисунок 2 – Диаграмма отрицательных вкладов событий

Анализ диаграммы отрицательных вкладов показал необходимость снижения вероятности инициирующего события 16 – выхода технологических параметров за критические значения. Ее снижение с 0,08 до 0,04 уменьшает вероятность наиболее опасных аварийных сценариев на 56–61 %. Дополнительное снижение риска обеспечивается системой противоаварийной и противопожарной защиты (ПА и ППЗ), включенной в вершину 14.

При расчетах учитывалась вероятность эффективного срабатывания ПА и ППЗ [6]: $P=0$ (несоблюдение нормативных требований при проектировании, монтаже и эксплуатации), $P=0,5$ (отсутствие контроля за работоспособностью) и $P=0,95$ (наличие регулярного контроля работоспособности). Вероятность наиболее опасного сценария (вершина 101) составила соответственно 0,0434; 0,0266 и 0,0155. Полученные значения использованы для расчета частот аварийных сценариев, опасных факторов пожара и потенциального пожарного риска по Методике [6].

Для расчета были приняты следующие исходные данные: геометрический объем реактора $V_p=297 \text{ м}^3$; степень заполнения реактора $\varphi=0,6$; рабочее давление $P=6,4 \text{ МПа}$; рабочая температура $T=420 \text{ }^\circ\text{C}$; масса технологической среды в реакторе $m=15530 \text{ кг}$; коэффициент участия горючего вещества во взрыве $Z=0,1$; расстояние до границы промышленной площадки $L_{гр}=40 \text{ м}$; размеры сторон реакторного блока $30 \times 30 \text{ м}$. Состав технологической среды принят в следующей массовой доле от общей загруженности аппарата: дизельная фракция – 12968 кг (83,5 %); водород – 1980 кг (12,75 %); метан – 233 кг (1,5 %); этан – 70 кг (0,45 %); пропан – 47 кг (0,3 %); сероводород и аммиак – 233 (1,5 %).

С использованием частоты разгерметизации реактора через отверстие диаметром 50 мм, равной $Q_{разг.}=3,8 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ [6], выполнен расчет частот реализации окончательных аварийных сценариев. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Конечные сценарии развития аварии, частоты их реализации и основные поражающие факторы

Номер события (рис. 1)	Частота, P_i	Основной поражающий фактор
5	2×10^{-7}	Опасные факторы отсутствуют
55	$2,5 \times 10^{-7}$	Интенсивное тепловое излучение факела ($d=50 \text{ мм}$)
6	$1,5 \times 10^{-7}$	Опасные факторы отсутствуют
66	$1,5 \times 10^{-8}$	Интенсивное тепловое излучение ($>20 \text{ кВт/м}^2$)
7	$1,2 \times 10^{-6}$	Опасные факторы отсутствуют
77	$1,0 \times 10^{-6}$	Опасные факторы отсутствуют
8	$1,38 \times 10^{-6}$	Тепловое излучение пламени пролива
88	2×10^{-6}	Избыточное давление ударной волны

Анализ конечных опасных событий показал, что «взрыв облака ТВС» ($2,0 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹) и пожар пролива ($1,38 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹) являются наиболее вероятными аварийными сценариями. Наиболее тяжелым является сценарий образования огненного шара, так как на границе промышленной площадки интенсивность теплового излучения и избыточное давление ударной волны приводят к разрушению конструкций и создают высокий риск летального поражения персонала.

Массовый расход в начальный момент времени (G_0 , кг/с) определен в соответствии с требованиями Приложения № 3 к [6] по формуле:

$$G_0 = \mu \cdot \rho \cdot A_{hol} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_0 - h_{hol})}, \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения (9,81 м/с²); μ – коэффициент истечения; A_{hol} – площадь отверстия, м²; h_{hol} – высота расположения отверстия, м; h_0 – начальная высота столба жидкости в резервуаре, м.

Длина факела L_f , м, определялась по следующей эмпирической зависимости:

$$L_f = 5.3 \cdot d \cdot \left(\frac{G}{\rho_{возд} \cdot d^2 \cdot u_{cm}} \right)^{0.5}, \quad (2)$$

где d – диаметр отверстия истечения, м; G – массовый расход газопаровой смеси, кг/с; $\rho_{возд}$ – плотность окружающего воздуха, кг/м³; u_{cm} – скорость истечения струи, м/с.

Интенсивность теплового излучения факела q , кВт/м², определялась по выражению [6]:

$$q = E_f \cdot F_q. \quad (3)$$

где E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²; F_q – угловой коэффициент облученности, учитывающий взаимное расположение факела и рассматриваемой точки.

При расчете среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени E_f , кВт/м², принималась равной 320 кВт/м². Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета интенсивности теплового излучения факела q , кВт/м²

Расстояние (R), м	Угловой коэф. (F_q)	Интенсивность (q), кВт/м ²	Оценка воздействия
5	0,38	122	Мгновенное повреждение металла
10	0,16	51	Критическое воздействие на оборудование
20	0,05	16	Порог необратимых ожогов персонала
40	0,012	3,8	Допустимый уровень (безопасно)

Результаты расчетов показывают, что в зоне расположения реакторного блока интенсивность теплового излучения факела достигает 51 кВт/м², что превышает критический уровень теплового воздействия и создает предпосылки для развития вторичных аварий («эффекта домино»). На границе промышленной площадки интенсивность теплового излучения снижается до 3,8 кВт/м² и не представляет существенной опасности для окружающей территории.

Масса мгновенно испарившегося продукта, поступившего в окружающее пространство, принята равной $m=2562$ кг и эффективный диаметр огненного шара рассчитан по следующей формуле [6]:

$$D_s = 6.48 \cdot m^{0,325}. \quad (4)$$

Интенсивность теплового излучения q , кВт/м², для огненного шара определялась по формуле 3 и среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени E_p , кВт/м², принята 350 кВт/м². Значение углового коэффициента облученности F_q вычислено по следующей формуле [6]:

$$F_q = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)}, \quad (5)$$

где H – высота центра огненного шара, м; D_s – эффективный диаметр огненного шара, м; r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром огненного шара, м.

Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета интенсивности теплового излучения огненного шара q , кВт/м²

Расстояние r , м	Угловой коэф. F_q	Интенсивность q , кВт/м ²	Степень опасности
40	0,98	308	Летально (внутри зоны)
60	0,43	135	Летально
80	0,24	75	Ожоги III-IV степени
100	0,16	50	Порог необратимых травм
150	0,07	22	Порог термических ожогов

Результаты расчета, представленные в таблице 3, показали, что при реализации сценария образования огненного шара реакторный блок полностью попадает в зону интенсивного теплового воздействия. Расчетная интенсивность теплового излучения достигает 308 кВт/м², что значительно превышает критические значения и представляет опасность для технологического оборудования и персонала.

Для сценария пожара пролива дизельной фракции ($m=12968$ кг) расчетным путем определены следующие параметры: площадь пролива составляет 772 м², что соответствует эквивалентному радиусу 15,7 м, а высота пламени принимается в диапазоне 28–30 м. Интенсивность теплового излучения q , кВт/м², определялась согласно Методике [6] и результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета интенсивности теплового излучения пролива q , кВт/м²

Расстояние r , м	Угловой коэф. F_q	Интенсивность q , кВт/м ²	Степень опасности
20 (край пролива)	0,45	8,9	Порог болевых ощущений
40 (граница пл.)	0,18	3,6	Допустимо
60	0,08	1,6	Безопасно
80	0,05	1,0	Безопасно

Анализ пожара пролива дизельной фракции ($m=12968$ кг) показал, что на границе промышленной площадки 40 м интенсивность теплового излучения q , кВт/м², составляет 3,6 кВт/м². Данный уровень является допустимым для кратковременного пребывания персонала, однако при 18-минутном времени выгорания создает угрозу длительного термического воздействия на оборудование. В отличие от мгновенных поражающих факторов («взрыв ТВС» или «огненный шар»), пожар пролива не формирует зон гарантированной гибели на границе площадки, что позволяет классифицировать его как менее критичный, но требующий защиты конструкций от перегрева.

Для оценки параметров взрыва облака топливно-воздушной смеси (ТВС) массой 2562 кг был применен метод тротилового эквивалента. Исходя из коэффициента участия горючего во взрыве 0,1 и удельной энергии сгорания 47 МДж/кг, энергия взрыва составила 12,04 ГДж. Приведенная масса тротилового эквивалента для данного сценария определена на уровне 267 кг.

Расчет избыточного давления ударной волны был выполнен в зависимости от приведенного расстояния, которое учитывает, как фактическую дистанцию от центра очага, так и энерговыделение взрыва. Полученные значения избыточного давления для различных зон поражения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Расчетные значения избыточного давления ударной волны и степени разрушения зданий и сооружений ΔP , кПа

Расстояние r , м	Давление ΔP , кПа	Степень разрушения
20	125	Полное разрушение конструкций
40 (граница)	52	Сильные повреждения, критический риск
60	28	Разрушение перегородок, травмы
80	18	Повреждение остекления
100	12	Минимальные повреждения

Результаты расчетов показали, что наиболее опасным сценарием является взрыв топливно-воздушной смеси (ТВС). На границе промышленной площадки, расположенной на расстоянии 40 м от очага аварии, расчетное избыточное давление ударной волны составляет 52 кПа, что соответствует зоне сильных повреждений зданий и сооружений и представляет высокий риск поражения персонала.

На основании полученных частот реализации аварийных сценариев и результатов расчета параметров опасных факторов пожара (интенсивности теплового излучения и избыточного давления ударной волны) выполнен расчет потенциального пожарного риска $P(a)$, в соответствии с Методикой [6]:

$$P(a) = \sum_{i=1}^J Q_{dj}(a) \cdot Q_j, \quad (6)$$

где J – число сценариев развития пожароопасных ситуаций; $Q_{dj}(a)$ – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (a) в результате реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному иницирующему аварии событию; Q_j – частота реализации в течение года j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год⁻¹. Сравнительные результаты расчета потенциального пожарного риска $P(a)$, для рассматриваемых аварийных сценариев представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сводная таблица расчета потенциального риска $P(a)$, на границе промышленной площадки технологической установки (40 м)

Сценарий (номер события)	$P(a)$ (без защиты, $P=0$)	$P(a)$ ($P=0,5$)	$P(a)$ ($P=0,95$)
Огненный шар (66)	$2,79 \cdot 10^{-7}$	$1,39 \cdot 10^{-7}$	$1,39 \cdot 10^{-8}$
Факельное горение струи (55)	$1,39 \cdot 10^{-7}$	$6,95 \cdot 10^{-8}$	$6,95 \cdot 10^{-9}$
Горение или взрыв облака (88)	$1,08 \cdot 10^{-6}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$5,4 \cdot 10^{-8}$
Пожар пролива (8)	$1,55 \cdot 10^{-8}$	$7,75 \cdot 10^{-9}$	$7,75 \cdot 10^{-10}$
$P(a)$	$1,51 \cdot 10^{-6}$	$7,56 \cdot 10^{-7}$	$7,56 \cdot 10^{-8}$

Проведенное исследование показало, что применение метода «галстук-бабочка» позволяет выявить наиболее опасные сценарии аварий и применимо при анализе частоты реализации окончательных опасных событий и расчетах потенциального пожарного риска.

Анализ показал, что при отсутствии эффективных систем противоаварийной и противопожарной защиты потенциальный пожарный риск составляет $1,51 \times 10^{-6}$ год⁻¹, что превышает нормативное значение 1×10^{-6} год⁻¹ на 51%. Применение систем защиты с вероятностью эффективного срабатывания 0,5 снижает риск до $7,56 \times 10^{-7}$ год⁻¹ (на 50 %), обеспечивая допустимый уровень безопасности.

Наиболее эффективным является внедрение автоматизированных систем ПАЗ и ППЗ с вероятностью эффективного срабатывания не менее 0,95. В этом случае потенциальный пожарный риск снижается до $7,56 \times 10^{-8}$ год⁻¹, что соответствует уменьшению на 95 % (в 20 раз) по сравнению с исходным уровнем и значительно ниже нормативного значения 10^{-6} год⁻¹.

Полученные результаты подтверждают, что внедрение высоконадежных систем ПАЗ и ППЗ является эффективным способом снижения вероятности реализации аварийных сценариев и повышения уровня пожарной безопасности объектов нефтеперерабатывающей промышленности.

Список литературы

1. 100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974–2019. 26th edition, March 2020, pp. 4–16. URL: marsh.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/UK-en/100-largestlosses-in-hydrocarbon-history.pdf (дата обращения: 15.01.2026).
2. Оспанов К. К. Аналитический обзор систем противоаварийной и противопожарной защиты технологического процесса гидроочистки дизельного топлива / К. К. Оспанов, А. В. Федоров, С. К. Байжанова // Наука и образование в гражданской защите. – 2022. – № 3. – С. 64–69.
3. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: руководство по безопасности. Приказ № 144 от 11.04.2016 г. М.: ФСЭТАН, 2016. – 56 с.
4. Скворцов М. С. Проектирование систем ПАЗ с учетом анализа опасностей и риска аварий на опасном производственном объекте // Автоматизация в промышленности. 2018. № 3. С. 61–65.
5. Кожемякин М. Ю., Черкасова Е. И. Гидроочистка дизельного топлива // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 23. – С. 28–32.

6. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ № 533 от 26.06.2024 г.

References

1. 100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974–2019. 26th edition, March 2020, pp. 4–16. URL: marsh.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/UK-en/100-largestlosses-in-hydrocarbon-history.pdf (data obrashcheniya: 15.01.2026).
2. Ospanov K. K. Analiticheskij obzor sistem protivopozharnoj zashchity tekhnologicheskogo processa gidroochistki dizel'nogo topliva / K. K. Ospanov, A. V. Fedorov, S. K. Bajzhanova // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2022. – № 3. – S. 64–69.
3. Federal'naya sluzhba po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Metodicheskie osnovy po provedeniyu analiza opasnostej i ocenki riska avarij na opasnyh proizvodstvennyh ob'ektah: rukovodstvo po bezopasnosti. Prikaz № 144 ot 11.04.2016 g. – M.: FSETAN, 2016. – 56 s.
4. Skvorcov M. S. Proektirovanie sistem PAZ s uchetom analiza opasnostej i riska avarij na opasnom proizvodstvennom ob'ekte // Avtomatizaciya v promyshlennosti. – 2018. – № 3. – S. 61–65.
5. Kozhemyakin M. YU., Cherkasova E. I. Gidroochistka dizel'nogo topliva // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – T. 18, № 23. – S. 28–32.
6. Ministerstvo Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij. Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob'ektah: prikaz № 533 ot 26.06.2024 g.

Қ. К. Оспанов¹, С. К. Байжанова¹, Т. Қ. Ақжанов¹, В. В. Голев¹, Е. П. Булегенов²

¹Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан

²Қазақстан Республикасының Ұлттық қорғаныс университеті, Астана, Қазақстан

АПАТҚА ҚАРСЫ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ДИЗЕЛЬ ОТЫНЫН ГИДРОТАЗАРТУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ АВАРИЯЛЫҚ СЦЕНАРИЙЛЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЫҚТИМАЛ ӨРТ ҚАУПІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Мақалада ЛК-6У мұнайды бастапқы өңдеу кешенінің дизель отынын гидротазарту технологиялық қондырғысында авариялардың туындау тәуекеліне талдау жүргізілген. Ақаулар мен оқиғалар ағаштарын біріктіретін «галстук-көбелек» сызбасын қолдану арқылы авариялық сценарийлер модельденді. Өрттің қауіпті факторлары мен ықтимал өрт қаупінің есептеулері жүргізіліп, сондай-ақ аварияға қарсы және өртке қарсы қорғау жүйелерінің объектінің қауіпсіздік деңгейіне әсері бағаланды.

Түйінді сөздер: тәуекел, авария, өрт қауіпсіздігі, аварияға қарсы қорғау, дизель отынын гидротазарту.

K. K. Ospanov¹, S. K. Baizhanova¹, T. K. Akzhanov¹, V. V. Golev¹, E. P. Bulegenov²

¹*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

²*National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan*

ANALYSIS OF ACCIDENT SCENARIOS AND ASSESSMENT OF POTENTIAL FIRE RISK AT A DIESEL FUEL HYDROTREATING UNIT USING EMERGENCY PROTECTION SYSTEMS

Abstract. The article presents an analysis of the risk of accidents at the diesel fuel hydrotreating process unit of the LK-6U primary oil refining complex. Accident scenarios were modeled using the bow-tie method, which combines fault trees and event trees. The hazardous factors of fire and potential fire risk were calculated, and the impact of emergency and fire protection systems on the overall safety level of the facility was assessed.

Keywords: risk, accident, fire safety, emergency protection, diesel fuel hydrotreating.

Сведения об авторах / Information about the authors

Оспанов Кайрат Келденович – кандидат технических наук, начальник кафедры оперативно-тактических дисциплин Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Байжанова Салтанат Канатовна – старший преподаватель кафедры социально-гуманитарных дисциплин, языковой и психологической подготовки Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: baizhanovas@gmail.com

Акжанов Турлыбек Казбекович – профессор кафедры оперативно-тактических дисциплин Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: akzhanovt@yandex.kz

Голев Владимир Владимирович – старший преподаватель кафедры оперативно-тактических дисциплин Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: golev.v@internet.ru

Бulegenov Ернар Пернебаевич – кандидат военных наук, старший преподаватель кафедры гражданской защиты Национального университета обороны Республики Казахстан, Астана, Казахстан. E-mail: yernaray789@mail.ru

Kairat K. Ospanov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Operational and Tactical Disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Saltanat K. Baizhanova – Senior Lecturer at the Department of Social and Humanitarian Disciplines, Language and Psychological Training of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: baizhanovas@gmail.com

Turlybek K. Akzhanov – professor of the Department of operational and tactical disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: akzhanovt@yandex.kz.

Vladimir V. Golev – senior lecturer of the Department of Operational and Tactical Disciplines of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: golev.v@internet.ru

Yernar P. Bulegenov – Candidate of Military Sciences, Senior Lecturer at the Department of Civil Protection of the National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: yernaray789@mail.ru